

CONTART 2018: VII Convención de la Edificación  
30 mayo - 1 junio 2018; Zaragoza (Spain): Colegio Oficial de  
Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Zaragoza. Escuela  
Universitaria Politécnica de La Almunia, p.71-81

007

**NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS A LAS CAMPAÑAS DE  
RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO: APP GEONES COMO  
HERRAMIENTA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UNA NUEVA  
METODOLOGÍA DE TRABAJO**

NESPEREIRA JATO, JOSÉ

*Escuela Politécnica Superior de Zamora-Universidad de Salamanca, Zamora, España*

*E-mail: jnj@usal.es, Web: <http://diarium.usal.es/jnj/>*

**PALABRAS CLAVE:** geotecnia, reconocimientos de campo, aplicaciones para móviles.

**RESUMEN**

La tecnología que hoy en día incorpora prácticamente cualquier *smartphone* o tableta permite realizar tareas muy diversas. Sin embargo, aunque el campo del desarrollo de las aplicaciones móviles no es nuevo, hasta la fecha no se ha desarrollado herramienta alguna orientada hacia el campo de los reconocimientos del terreno. Este trabajo propone la implantación de una nueva metodología para esta área de trabajo, basada en el uso de las nuevas tecnologías. La herramienta App Geones sirve de ejemplo para presentar una sistemática nueva, que permite la toma de datos directamente a través de un dispositivo electrónico y permite el acceso a la información por parte del cliente prácticamente en tiempo real. A través de tres módulos centrados en cada una de las pruebas de reconocimiento más recurrentes en los estudios geotécnicos, penetraciones dinámicas, sondeos y calicatas, se dejan atrás los registros en papel y un importante tiempo de edición y maquetación en oficina, ofreciendo innumerables ventajas que, directa o indirectamente, afectan a todos los agentes que intervienen en el proceso del proyecto y construcción: seguimiento prácticamente en tiempo real de los trabajos de campo, reducción de tiempos en la emisión de informes,

aumento en la productividad del personal encargado de la supervisión, reducción de las fuentes de errores y aumento del grado de confianza de los clientes.

Pese a las buenas perspectivas e indiscutibles ventajas, la implantación de este tipo de metodologías debe vencer todavía las reticencias a los importantes cambios que conlleva el paso de abandonar el papel.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las campañas de reconocimiento del terreno comprenden una serie de actividades que se enmarcan mayoritariamente dentro de los trabajos de redacción de proyectos, y son básicas para la elaboración de estudios geotécnicos (EG) o anejos de geotecnia. Con ellas se caracteriza cualitativa y cuantitativamente las características del terreno en la zona de actuación, permitiendo con ello el análisis y dimensionamiento posterior de los cimientos, taludes o estructuras de contención que sean precisas.

Desde la entrada en vigor del CTE [1], en el marco de la edificación estas campañas cuentan con un marco normativo que actúa como guía, dando los criterios para establecer el número de reconocimientos puntuales necesarios y las tipologías de los mismos, que según el Anejo C del Documento Básico Seguridad Estructural-Cimientos del CTE (op.cit.) podrán ser calicatas, sondeos mecánicos, pruebas continuas de penetración y pruebas geofísicas. Entre ellas, las tres primeras son las más recurrentes en los EG, quedando la geofísica como complemento en obras que involucren una gran superficie de terreno.

Como se ha indicado, las soluciones de cimentación de un edificio vienen impuestas por los resultados de estas campañas, que además por sí mismas conforman una parte esencial del propio EG [2]. Para asegurar un desarrollo controlado y de calidad, es necesario que un técnico competente haga un seguimiento in situ de las actividades, recopile la información que se va generando y, cuando sea necesario, tome las decisiones oportunas para que la campaña se adapte siempre a la normativa vigente aun cuando el terreno no sea el previsto en el diseño inicial. En una actividad que comprende indirectamente además otras muchas actividades -gestión de permisos, control de equipos de trabajo, localización de servicios afectados y otras tareas logísticas varias-, cualquier ayuda que repercuta en la mejora de la productividad del técnico y que le facilite su trabajo debe ser bienvenida. Pero, además, dado que al reconocimiento de campo le sucede en el tiempo la fase de experimentación en laboratorio, y teniendo en cuenta que para definir ésta correctamente es indispensable contar con información de la primera, se puede afirmar que el trabajo de campo constituye por sí mismo una actividad crítica en el desarrollo de un proyecto y, por lo tanto, toda mejora en su gestión repercutirá positivamente en todas las etapas posteriores.

La metodología habitual de trabajo consiste en registrar toda la información en papel y trasladarla posteriormente a la oficina, en donde el mismo técnico - en el mejor de los casos, con la ayuda de otro- se encarga de su digitalización y posterior tratamiento para la generación de los informes pertinentes. Este proceder, sorprendentemente el más extendido a día de hoy en la mayor parte de las empresas que ofrecen este tipo de servicios, genera inconvenientes que afectan a los distintos actores del proceso: el técnico de campo, generalmente inexperto, que no domina la normativa de descripción geotécnica y que toma notas en condiciones de trabajo difíciles (con frío o calor, lluvia, escribiendo de pie,...) que distan mucho de ser las adecuadas para un registro manual legible; el delineante, que trata de transcribir los registros con la dificultad añadida de no contar con los conocimien-

tos técnicos precisos que le faciliten su tarea; el técnico redactor del estudio, que tarda en disponer de la información necesaria para comenzar su análisis de caracterización y diseño geotécnico;...y finalmente el receptor del informe, que ve como el tiempo transcurre sin tener reporte alguno de lo que sucede en la campaña.

En este artículo se propone una metodología de trabajo distinta, más ágil y cómoda, basada en la aplicación de un programa específico para dispositivos móviles – *smartphones* o tabletas- que, integrando todos los registros de campo, facilite la toma de datos y el almacenamiento de la información generada, permita el seguimiento continuo desde cualquier lugar de los reconocimientos y, además, agilice el volcado de todo ello en formatos adaptables a los EG.

## **2. LAS APLICACIONES PARA DISPOSITIVOS MÓVILES Y SU RELACIÓN CON EL RECONOCIMIENTO DEL TERRENO**

En el año 2007 tuvieron lugar dos acontecimientos clave para entender este trabajo. Por un lado, todas las disposiciones normativas del CTE pasan a ser de obligado cumplimiento, aportando luz y guía al proceso de elaboración y redacción de los estudios geotécnicos. Por otro, y casi al mismo tiempo, comenzaba una de las mayores revoluciones tecnológicas recientes con la presentación de los primeros modelos de *smartphones* orientados al consumo masivo. Curiosamente, esta revolución se materializa en un instrumento o herramienta ya existente, el teléfono, cuyo uso básico inicial, la telefonía, poco a poco ha ido quedando relegado a un segundo plano, dando paso a otras posibilidades derivadas de la tecnología que incorpora. La sociedad acoge desde entonces con entusiasmo este dispositivo, al que se le sumó pocos años después la tablet, estando ambos hoy en día muy extendidos en todas las capas de la sociedad.

Estas dos herramientas incorporan numerosas tecnologías, como acelerómetros, GPS, brújula, cámaras digitales de alta resolución, ... que permiten que los usos que puedan dárseles sean prácticamente ilimitados; a partir de ello, surgió una rama de la programación informática que se orientó hacia el diseño de pequeños programas – aplicaciones- que en mayor o menor medida y con fines diversos, se aprovechan de esta tecnología. Hoy en día, la lista de aplicaciones es muy extensa, pero en opinión de muchos, no ha hecho nada más que comenzar a crecer.

Si bien es cierto que todavía hoy a estos dispositivos se les da un uso preferentemente relacionado con el ocio, poco a poco comienzan a incorporarse a actividades de producción de diversos sectores.

Tomando como partida el trabajo de Djuric *et al* [3] sobre aplicaciones relacionadas con la geología aplicada, la geotecnia o la testificación, la fotografía actualizada de este nicho de programación indica que las aplicaciones existentes tratan de solventar problemas particulares -toma de imágenes, identificación de puntos, visualización de textos, asignación de parámetros geotécnicos...- pero ninguna resuelve en conjunto la problemática de las campañas de reconocimiento geotécnico en campo, circunstancia ésta que les resta operatividad.

### 3. LA SUPERVISIÓN DE LAS CAMPAÑAS DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Hasta la fecha, las campañas de reconocimiento geotécnico son supervisadas por un técnico competente en la materia, que se encarga de guiar y asegurar el cumplimiento de la propuesta de reconocimientos. Este trabajo comienza con el replanteo en la obra o parcela a reconocer de los puntos de investigación, para posteriormente efectuar un seguimiento y toma de registros de las calicatas y/o sondeos a realizar.

El equipamiento básico que se necesita es relativamente amplio: registros en formato papel para ser cumplimentados durante las pruebas, bolígrafos, cámara fotográfica, un teléfono, GPS, planos, martillo, penetrómetro de bolsillo, bote de ácido clorhídrico diluido, brújula, ... De entre todas ellas, las cinco primeras tienen en común que se les da un uso prácticamente constante, generando una cierta incomodidad, y más si se tiene en cuenta su entorno de trabajo: a la intemperie y escribiendo de pie.

El objetivo de este trabajo es presentar una nueva metodología de trabajo en los reconocimientos de campo que se sirva de la tecnología disponible para cualquier técnico gracias a su terminal móvil, y que permita optimizar las labores que realiza. En concreto, lo que se busca con este primer prototipo es que la herramienta registre, almacene y transmita datos de campo de diversos tipos (numéricos, fotográficos, geolocalización...), y que permita su volcado posterior a informes técnicos de una manera prácticamente inmediata. Pues bien, los dispositivos, que aúnan ya de entrada la cámara fotográfica, el GPS, el teléfono y la brújula, son herramientas básicas para simplificar todo el equipamiento del técnico. Y, además, con una programación específica, pueden incorporar también los registros, facilitando su cumplimentación, haciendo más cómodo el trabajo, auxiliándole en los criterios técnicos y, no menos importante, simplificando las posteriores labores de edición.

Como se ha indicado anteriormente, en general son tres las pruebas de reconociendo en las que se apoyan los estudios geotécnicos: sondeos, calicatas y penetraciones dinámicas. A continuación, y comenzando por esta última ya que resulta la más simple, se expone la información que debe recogerse de cada una de ellas.

#### 3.1 Penetraciones dinámicas

Una prueba de penetración dinámica consiste en la hinca continua mediante percusión de un varillaje normalizado en un punto del terreno, de tal manera que se va recogiendo a intervalos continuos y de una determinada longitud –generalmente 20 cm– los golpes necesarios para ir profundizando. El encargado de realizar la prueba debe registrar para cada intervalo el número de golpes invertido, finalizando la misma cuando se alcanzan los 100 golpes sin que se hayan atravesado los 20 cm correspondientes al tramo en cuestión. En esta prueba un operario anota en un estadillo la relación entre un golpeo y la profundidad, siendo recomendable acompañar estos datos con una imagen fotográfica con la máquina emplazada en el punto de ensayo (Figura 1). Actualmente, el estadillo se toma en formato papel, y se traslada a la oficina al finalizar el trabajo de campo, en donde se pasa a un formato digital, a la vez que se vuelcan las imágenes tomadas y se identifican, tarea ésta que sólo puede realizar el técnico que ha estado en campo.



Figura 1. Equipo de penetración dinámica emplazado para la realización de una prueba.



Figura 2. Retroexcavadora durante la excavación de una calicata.

### 3.2 Sondeos

De los tres tipos de reconocimientos, los sondeos son los que ofrece una mayor cantidad de información, además de ser imprescindibles para poder tomar muestras inalteradas con las que poder realizar posteriormente ensayos en laboratorio. Durante su ejecución deben contar con una supervisión adecuada, especialmente necesaria cuando surgen imprevistos asociados a la aparición de un terreno de naturaleza diferente a la esperada y que conlleve la necesidad de adaptar el plan de reconocimientos previo.

Además de verificar el cumplimiento del programa previsto (pruebas in situ, recogida de muestras, utilización de material en perfecto estado...) el supervisor debe describir el terreno perforado. Para ello emplea estadillos que suelen contar con una escala vertical como única ayuda. Como se ha indicado, esta labor se debe realizar a pie de obra, y muchas veces recae en profesionales junior que todavía no están suficientemente familiarizados con la normativa a emplear. Hay que tener en cuenta que las descripciones geotécnicas persiguen unos objetivos muy claros, y requieren de estimaciones cuantitativas a partir de términos cualitativos, que no deben adornarse con otras terminologías no contempladas en la normativa. En España, esta norma es la UNE-EN-ISO 14688-1[4], que delimita perfectamente no sólo la información necesaria, sino el modo de exponerla para que su correcta interpretación. Además, el supervisor debe registrar fotográficamente las cajas de sondeos (entre 3 y 4 cajas para un sondeo de 10 m de profundidad).

La delegación generalizada de estas tareas en los técnicos más noveles merece una reflexión aparte, teniendo en cuenta que es el perfil del terreno que se describe en campo el que establece el modelo físico a partir del cual se plantearán soluciones de cimentación, estructuras de contención... Este modelo es considerado como uno de los tres vértices del triángulo geotécnico [5], y su importancia es tal que según el mismo autor nueve de cada diez soluciones de diseño se pueden tomar a partir de un buen modelo...del mismo modo que nueve de cada diez fallos van unidos a un mal conocimiento del mismo. También las normativas empleadas en el ámbito de la geotecnia resaltan la importancia de una buena descripción del terreno, pero, por el contrario, y pese a existir en España norma al respecto, no se especifica ni en el citado documento ni en el CTE; más curioso si cabe es este último caso, en el que sí se aporta un abundante listado de normas de ensayos geotécnicos, pero no hay rastro de la dedicada a las descripciones.

De este modo, durante la campaña de un estudio geotécnico, el supervisor va acumulando registros de sondeos distintos, así como sus fotografías, y esta información no abandona su carpeta de trabajo de campo o la memoria de su cámara hasta que puede llegar a la oficina, que, por otro lado, puede y suele estar alejada de la zona de trabajo. Se introduce así un primer retardo entre el acceso a la información que proporciona el sondeo y la transmisión de ésta tanto al técnico que redactará el informe, como a quien lo encarga. Ya en la oficina, el técnico generalmente o bien fotocopia o bien entrega la información en papel, y descarga los archivos digitales en un ordenador. En ese momento, los registros deben mecanografiarse para ser incorporados a los modelos de salida estándar que cada empresa tiene. Muchas veces esta tarea la realiza un delineante que no tiene conocimientos técnicos en geotecnia, lo que hace que la falta de legibilidad de los documentos escritos in situ retrase enormemente esta tarea. Respecto a los archivos fotográficos, lo habitual es que cuando se descargan en un ordenador, aparezcan por defecto identificados con una clave de números y letras, de tal modo que sólo el propio supervisor sabe exactamente a qué corresponde cada una de ellas – nombre del sondeo, caja del sondeo, etc.- y, por lo tanto, es él quien se ve en la obligación de dedicar parte de su tiempo a identificarlas. Ya con esta tarea resulta, hay que insertar las imágenes en una plantilla –generalmente realizada con un procesador de textos –, a partir de la cual ya se podrá generar el anejo fotográfico correspondiente.

### 3.3 Calicatas

Las calicatas son pequeñas zanjas de planta rectangular (aproximadamente 2,00 m x 0,40 m) y que pueden alcanzar hasta los cuatro metros de profundidad, siempre que el terreno y la capacidad de la retroexcavadora con la que se suelen efectuar así lo permitan (Figura 2). Durante su ejecución es necesaria la presencia de un técnico especialista que registre y describa el tipo de terreno, tome muestras y analice la estabilidad y excavabilidad. De todo ello debe quedar constancia gráfica a través de imágenes que se incorporan posteriormente en los informes o anejos de los proyectos.

## 4. NUEVA METODOLOGÍA DE TRABAJO: APP GEONES

A partir de la necesidad de mejora del proceso anteriormente descrito, se ideó un nuevo método de trabajo basado en las ventajas derivadas del uso de los dispositivos móviles, hoy en día en manos de cualquiera de los actores que intervienen en las campañas de reconocimiento. Está basado en una aplicación, App Geones, que cubre las necesidades de las tres pruebas descritas, aprovechándose de las herramientas ya insertadas en el dispositivo. Debe servir para acumular, ordenar y volcar ordenadamente toda la información en los formatos requeridos para cada obra, disminuyendo o incluso eliminando las necesidades de edición en oficina.

Pero también en el planteamiento de su diseño y programación se hizo especial hincapié en que apoye la labor descriptiva del técnico, dado que actualmente es algo poco objetivo y dependiente de la mayor o menor formación del supervisor de cada obra.

Teniendo en cuenta estas premisas, se seleccionó un entorno de programación en el sistema Android, que según datos recientes es el que tiene una mayor representación en el mercado, con cerca del 91% de cuota según datos recogidos en el Kantar Worldpanel de 2017 [6].

A continuación, se exponen las principales características de esta aplicación, y el modo en el que incorpora su multifuncionalidad.

#### **4.1 Características**

Se trata de una aplicación desarrollada en plataforma Android, y funciona en dispositivos equipados con el sistema operativo Android versión 4\* o superiores. Para el correcto visionado de la aplicación se necesita una pantalla de al menos 4,5", y con una resolución mínima de HD 540 x960 papi (HDPI). Ocupa en memoria 8,74 Mb. Para el máximo aprovechamiento de sus posibilidades se recomienda tener instalada una aplicación que permita la lectura de documentos .pdf y otra que permita establecer conexión directa entre el dispositivo móvil y las impresoras que este conectadas a la red.

#### **4.2 Aspectos comunes**

Dado que todas las pruebas posibles a desarrollar deben asociarse a un proyecto único, el diseño parte de una pantalla de inicio en la que se introducen las variables nombre de proyecto, nombre de empresa y supervisores. A la izquierda se ha habilitado un menú desplegable con tres posibilidades que dan acceso a cada uno de los tres módulos asociados con las tres pruebas descritas (Figura 3). A partir de aquí, se selecciona la que corresponda, que pasa a gestionarse desde su módulo específico.

#### **4.3 Módulo penetraciones dinámicas**

La prueba de penetración dinámica se gestiona en cuatro pasos: los tres primeros de recogida de datos, y el último para crear el documento borrador o definitivo de la prueba en formato PDF.

En el primer paso se introduce el nombre de la prueba, tipo (DPSH o Borros), máquina con la que se ejecuta, localización en coordenadas GPS -automático, y siempre que haya cobertura de satélites - y nombre del supervisor del proyecto (Figura 4). Además, incluye la posibilidad de captura de imagen, que será la que posteriormente vaya a aparecer en el PDF final.

El segundo paso está pensado para completar la localización de la prueba - distancia al eje y de cota relativa de inicio -, e incorporar ya información relativa al terreno: la posición del nivel freático. Es también aquí donde se activa la toma de datos del ensayo, que se recogen de forma tabulada y a intervalos de 20 centímetros (Figura 5). La finalización de la prueba da acceso al tercer paso, ideado para la introducción de las firmas del operario y supervisor, que se recogen sobre el propio dispositivo. Concluye el módulo ofreciendo la posibilidad de generar un documento en formato de archivo PDF, bien con marca de agua que indique su carácter de borrador, bien definitivo y listo para enviar al cliente.



Figura 3. Despliegue lateral de los tres módulos disponibles.



Figura 4. Menú inicial en la prueba de penetración dinámica.



Figura 5. Toma de datos durante la prueba de penetración dinámica..



Figura 6. Introducción de datos de la perforación



#### 4.4 Módulo calicatas

La organización del módulo calicatas es muy similar al anterior en sus pasos primero, tercero y cuarto - con las lógicas variaciones relacionadas con la tipología de la prueba- pero introduce la descripción del terreno como novedad en el paso segundo. En esta etapa la aplicación permite describir los niveles que aparecen, comenzando por sus cotas de inicio y fin, y continuando con la descripción geotécnica del terreno, la selección de una trama, la indicación del muestreo y la evaluación de la excavabilidad y estabilidad de cada tramo. Por su singularidad y contenido común con el módulo de sondeos, el modo en el que se presenta la descripción se describirá algo más adelante.

#### 4.5 Módulo sondeos

Este módulo debe recoger más información que las pruebas anteriores, y por ello su diseño se articula en siete pasos.

El primer paso es equivalente al de los anteriores módulos, y el segundo sigue la misma rutina descrita para las calicatas: descripción de niveles atravesados por la perforación.

Los pasos tres, cuatro y cinco son específicos para sondeos, y con ellos se introducen aspectos como el muestreo, las maniobras y los métodos de perforación. Respecto a las muestras, se contemplan muestras tomadas en ensayos SPT, muestras inalteradas, muestras alteradas o testigos parafinados. Todas ellas se numeran secuencialmente, incluyéndose la opción de indicar el número de golpes empleados para su toma en los dos primeros casos. Con el cuarto paso del módulo se introducen las maniobras, descritas a través de sus cotas, longitud de testigo recuperado y, de manera automática, porcentaje de recuperación. Las variables de perforación son descritas a través del paso quinto, contemplándose información sobre el tipo de batería (simple, doble o sencilla), el diámetro de la perforación, el tipo de corona (widia o diamante), el uso de revestimiento y, finalmente, el uso de agua para la perforación (Figura 6).

Al igual que los dos anteriores, este módulo concluye con dos pasos que ponen fin al registro de la prueba y generan un documento PDF que puede hacerse llegar al cliente de inmediato.

#### 4.6 La testificación en App Geones

La testificación geotécnica es el proceso a través del cual se recoge, a partir de la observación del terreno -mayoritariamente en sondeos y calicatas- información sobre éste encaminada a la definición de un modelo del terreno y del tipo de comportamiento geomecánico. Es una tarea básica en todas las campañas de reconocimiento, y resulta crucial para un correcto desarrollo de las demás actividades [5]. La información de la que se valen las testificaciones son en parte descripciones de los niveles que van apareciendo, pero también deben recoger aspectos mecánicos del propio método de excavación - de los que de manera indirecta se coligen propiedades mecánicas-, el muestreo efectuado, y las pruebas o ensayos que puedan desarrollarse.

Al igual que lo que ocurre con ensayos u otras pruebas ejecutadas en el marco de los estudios geotécnicos, es necesario que el procedimiento y los pasos a seguir para testificar el terreno se encuentren perfectamente definidos, de tal modo que resulten unas descripcio-

nes claras, consistentes e independientes del técnico que las realice [7]. En España existe para esta tarea la norma UNE-EN-ISO 14688-1 (AENOR, *Op.cit.*, p.4), pero curiosamente su uso no está todo lo extendido que debiera. De hecho, en los que podemos considerar documentos guía de la mayor parte de las campañas de reconocimiento geotécnico, [8] y CTE (*Op.cit.*, p.1), ni siquiera se menciona pese que en ambos se indiquen en la necesidad de contar con una buena descripción geotécnica del terreno. El prototipo de App Geones se ha diseñado siguiendo la citada norma, e incorporando también menús para introducir el tipo de muestreo, la perforación, la estabilidad o no de las paredes y la excavabilidad.

Se puede afirmar que para testificar sondeos cada técnico tiene su propio método. Así, hay técnicos que van registrando caja a caja a medida que el sondeo va avanzando; otros en cambio optan por esperar a tener todo el sondeo terminado. Los hay que van de manera ordenada, de arriba a abajo describiendo simultáneamente aspectos mecánicos y aspectos geológico-geotécnicos, pero también los hay que optan por cubrir primero todos los aspectos mecánicos, y luego hacen lo propio con los geológico-geotécnicos. App Geones ha optado por basarse en este último método, ya que permite un entorno gráfico más manejable y eficiente, y obliga además a recorrer al menos dos veces todo el sondeo, sirviendo así de control adicional sobre lo ya descrito.

## 5. CONCLUSIONES

App Geones constituye un primer prototipo de aplicación para dispositivos móviles orientada a la toma de datos en campo relacionados con pruebas de penetración dinámica, sondeos y calicatas, proponiendo un cambio radical en la metodología de trabajo en campo, abandonando la toma de datos en papel y optando por la adquisición digital mediante *smartphones* o tabletas.

Los beneficios de la metodología propuesta son varios: aumento de la productividad del técnico supervisor de campo fuera de la oficina y reducción de los tiempos en la edición de documentos e informes técnicos; mejora en la calidad del trabajo asociada a la implantación de un procedimiento de descripciones amparado en la normativa vigente; disminución del tiempo de respuesta ante cualquier imprevisto que pueda ocurrir en campaña; adelanto de los plazos de los trabajos de laboratorio; disminución del riesgo de pérdida o deterioro de la información recogida; para las empresas que lo adopten, aumento del grado de confianza de los clientes hacia su labor, al poder ofrecer un seguimiento prácticamente en tiempo real del desarrollo de los trabajos contratados y, finalmente, mejora en la política ambiental de la empresa al disminuir sus necesidades de papel.

En definitiva, App Geones puede tener un impacto muy positivo dentro de la actividad del sector al que está dirigido, tanto en un ámbito nacional como internacional, y en beneficio de la productividad de las empresas que la adopten, de la calidad de los trabajos que la incorporen, y del bienestar de los técnicos que la empleen.

## 6. RECONOCIMIENTOS

El desarrollo del proyecto en el que se basa este artículo ha sido financiado gracias al proyecto INESPO II-Red de transferencia de conocimiento Universidad-. Empresa. Región centro de Portugal-Castilla y León, cofinanciado con fondos FEDER, a través del I Concurso de prototipos orientados al mercado. Mi agradecimiento a Neoris, y en especial a su director, D. Joaquín Romero por su indispensable apoyo.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ministerio de la Vivienda, 2006. Código Técnico de la Edificación (CTE).
- [2] Muzás, F. (2007). *Mecánica del suelo y cimentaciones*. Madrid: Editorial Fundación Escuela de la Edificación. 428 pp.
- [3] Djuric, U., Abolmasov, B., Dragana, P., Marjanovic, M. & Kuzmic, P. (2013). *Portable geotechnics-using android smartphones and tablets for geotechnical field investigations*. In GeoConference on Informatics, Geoinformatics and Remote Sensing (SGEM) (pp. 513–520). Albena, Bulgaria.
- [4] Asociación Española de Normalización y Certificación, AENOR (1999). *Geotecnia. Ensayos de campo y de laboratorio*. Madrid, 385 pp.
- [5] Burland, J. (2007). Terzaghi: back to the future. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment* 66, 29-33. doi.10.1007/s10064-006-0083-9.
- [6] Android es líder en sistemas operativos. Accedido el 31 de diciembre, 2018, desde <https://www.kantarworldpanel.com/es>.
- [7] Department of Transport and Main Roads (2016). *Guideline. Geotechnical borehole logging*. Accedido el 30 de enero, 2018, desde <https://www.tmr.qld.gov.au/business-industry/Technical-standards-publications/Geotechnical-Borehole-Logging>.
- [8] Ministerio de Fomento, 2004. *Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera*. Serie Monografías. Madrid: Dirección General de Carretas. 297 pp.